

HYPHOMYCÈTES AQUATIQUES ÉTUDE DES VARIATIONS SAISONNIÈRES D'UNE POPULATION

par Jacques MERCÉ*

RÉSUMÉ — Étude des variations saisonnières de la flore fongique (Hyphomycètes aquatiques) d'un ruisseau de la région toulousaine, en relation avec l'activité sporogénique. Ce travail met en évidence l'importance de facteurs tels que la température de l'eau et l'apport de matière organique lié à la chute des feuilles.

SUMMARY — This is a study on the seasonal variation of fungi flora (Aquatic hyphomycetes) in a small river located near Toulouse, in relation with the sporogenic activity. This work underlines the importance of such environmental factors as water temperature and organic matter in put related to the litter production.

MOTS CLÉS : Mycologie, Hyphomycètes aquatiques, écologie.

Dans sa dernière publication, en 1977, Monsieur LORILLARD¹ indiquait : « Dans le but d'étudier les variations saisonnières de la quantité de spores d'hyphomycètes aquatiques, j'ai effectué des prélèvements d'écume hebdomadaires d'octobre 1975 à juin 1976, au ruisseau du Pont d'Auzil ».

Il s'agit d'un ruisseau coupant la route D4, à 10 km au sud-sud-ouest de Toulouse, et à 2 km au nord de l'agglomération de Lacroix-Falgarde. D'une largeur moyenne de 50 cm, il draine les eaux d'un vallon creusé dans les molasses toulousaines. Suivant les zones, le substrat rocheux constitué d'argiles, de marnes, de calcaires et de sables est plus ou moins riche en chacun de ces éléments.

(1) LORILLARD M. — 1977 — Hyphomycètes aquatiques, trois nouvelles espèces pour la France. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse* 113 (1-2) : 80-82.

Je tiens ici à remercier Monsieur Michel LORILLARD qui, après avoir quitté l'Université, m'a fait don de tous ses documents. La présente note a été rédigée d'après les résultats de ses prélèvements ; les échantillons avaient été examinés au fur et à mesure de leur collecte, mais les résultats n'en avaient pas été publiés.

* Laboratoire Botanique et Forestier, Université Paul Sabatier, 39, allées Jules Guesde - 31062 Toulouse Cedex, France.



Bibliothèque Centrale Muséum



3 3001 00227773 8

Source : MNHN, Paris

La présence de calcaire semble être à l'origine des faibles variations du pH. Ce dernier oscille aux environs de 7, entre 6,7 et 7,2. Les valeurs extrêmes se situent à 6,5 et 7,5.

Le régime des eaux, fortement tributaire des pluies, est très variable. Ce ruisseau est en général à sec de juillet à septembre, sauf après de très gros orages. En 1975, l'eau a commencé à couler d'une manière régulière vers la fin septembre. En hiver, le débit peut être très faible, mais ne semble jamais nul.

La partie supérieure du vallon est occupée par des cultures. Au niveau de la partie moyenne ce ruisseau traverse un bois de feuillus d'où provient l'essentiel de la matière végétale. Les essences les plus abondantes dont on trouve le plus souvent les feuilles dans l'eau sont, par ordre d'importance :

- sur les berges : *Alnus glutinosa*, *Salix alba*.
- dans le bois : *Quercus pedunculata*, *Quercus pubescens*, *Acer campestre*, *Sambucus nigra*, *Corylus avellana*, *Crataegus monogyna*.

Si des débris végétaux tombent dans l'eau toute l'année, l'essentiel de l'apport en matière organique a lieu à l'automne au moment de la chute des feuilles. Celle-ci a lieu d'octobre à décembre, l'essentiel de la défoliation se produisant en novembre.

Techniques utilisées

D'octobre 1975 à la fin juin 1976, il a été procédé à un prélèvement d'écume hebdomadaire, ainsi qu'à une mesure du pH et de la température de l'eau.

La détermination des espèces a été réalisée par observation microscopique dans une cellule de THOMAS, ce qui a permis l'examen de volumes connus d'échantillon. Les comptages et les identifications de spores ont été effectués sur 1 mm³ d'eau provenant de la condensation de l'écume dans le bocal où on l'avait recueillie. L'écume récoltée étant plus ou moins dense, plus ou moins stable, le nombre de spores piégées est variable suivant les endroits, et les chiffres obtenus seraient difficilement comparables d'un relevé à l'autre. Pour palier cet inconvénient, les prélèvements ont été effectués, chaque fois, en récoltant en différents points du ruisseau, sur une centaine de mètres. Ces échantillons, qui occupent un volume important à l'état d'écume, sont mélangés une fois redevenus liquides. Les échantillons réalisés suivant cette méthode semblent assez représentatifs.

Dans la mesure où il a été effectué un prélèvement par semaine et où les différents résultats ont été regroupés par mois, les valeurs mensuelles obtenues sont un reflet assez exact de la réalité.

L'ensemble de ce travail a permis de mieux connaître deux aspects de la flore mycologique de ce ruisseau :

- d'une part, l'ensemble de ces relevés a permis de dresser un inventaire mensuel et annuel des espèces.
- d'autre part, l'étude de la quantité de spores émises donne une idée de l'importance et de la variation de l'activité de ces différents champignons au cours de l'année.

PREMIÈRE PARTIE
LA FLORE FONGIQUE
VARIATIONS DE LA COMPOSITION

I - Importance des variations et recherche des causes :

L'examen du tableau 1 montre que les 19 espèces inventoriées dans ce ruisseau ne sont pas présentes dans celui-ci tout au long de l'année. La figure 1 montre les variations du nombre d'espèces identifiées chaque mois, nombre variant de 5 à 12. Deux facteurs importants sont à l'origine de ces variations :

– L'apport de matière végétale.

Ce dernier, dû essentiellement aux feuilles mortes, a lieu en novembre, ce qui explique l'augmentation du nombre des espèces en décembre, 20 à 30 jours après. Ce décalage de 3 à 4 semaines apparaît nettement dans l'examen des relevés hebdomadaires. Cette matière végétale reste présente dans le ruisseau jusqu'au printemps.

– La température de l'eau.

Plusieurs auteurs ont déjà signalé l'importance de la température de l'eau

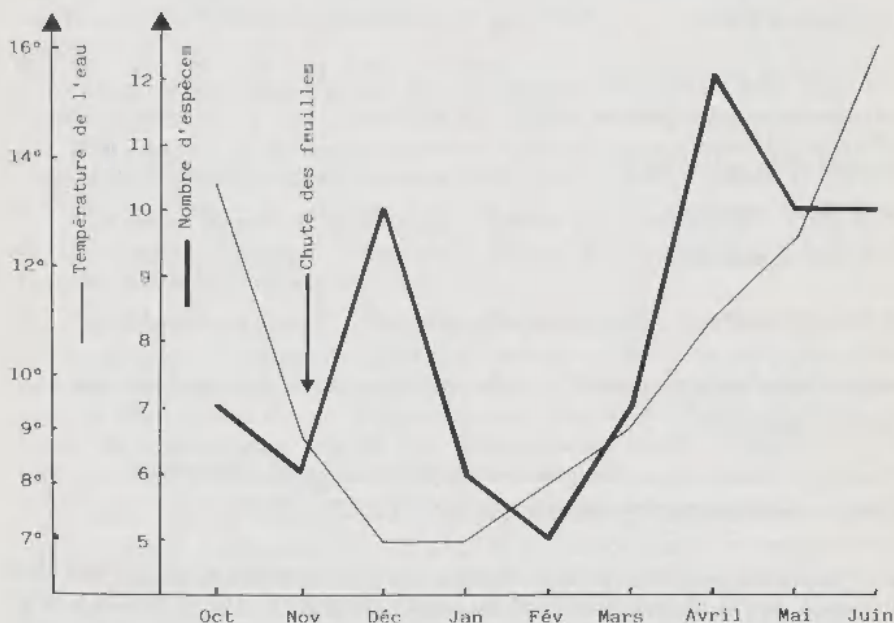


Figure 1 – Relation entre la température de l'eau et le nombre d'espèces observées chaque mois.

Figure 1 – Relationship between water temperature and species number observed every month.

	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun
<i>Alatospora acuminata</i>	2	2	93	57	17	36	48	83	30
<i>Anguillospora crassa</i>	+								
<i>Anguillospora gigantea</i>		+	7	4	+	2			
<i>Anguillospora longissima</i>			2			+	2	4	6
<i>Anguillospora pseudolongissima</i>			2				2	3	1
<i>Articulospora moniliforma</i>							+		
<i>Bacillospora aquatica</i>			+				+		
<i>Clavatospora longibrachiata</i>				+					
<i>Clavatospora stellata</i>			2			2	2	3	2
<i>Clavatospora tentacula</i>	3								2
<i>Heliscus lugdunensis</i>	2	+	12	11	9	32	41	24	10
<i>Lemonniera aquatica</i>			+						
<i>Lemonniera terrestris</i>							2	3	
<i>Lunulospora curvula</i>	+								
<i>Tetracladium marchalianum</i>	15	7	57	18	7	29	27	24	31
<i>Tetracladium maxilliformis</i>							+		
<i>Tetracladium setigerum</i>								3	4
<i>Tricladium angulatum</i>	2	7	50	15	2	26	36	40	33
<i>Tricladium splendens</i>		+					3	3	4
Nombre d'espèces	19	7	6	10	6	5	7	12	10
Nombre total de spores par mm ³ d'échantillon	24	16	229	105	35	127	163	190	123

Tableau 1 – Nombre de conidies observées chaque mois par mm³ d'échantillon.
Table 1 – Conidium number observed every month per mm³ sample.

sur l'activité fongique et sur la production des spores (HYNES, 1972; FISHER & LIKENS, 1973; IQBAL & WEBSTER, 1973; IVERSEN, 1973; SUBERKROPP & KLUG, 1976; GONCZOL, 1976; BARLOCHER & KENDRICK, 1974, 1976) et, sur ce même ruisseau, LORILLARD (1974a, b).

Sur la figure 1, j'ai indiqué, en plus du nombre d'espèces identifiées chaque mois, la température moyenne de l'eau.

L'abaissement des températures en décembre se traduit dès janvier par une diminution du nombre des espèces encore en activité. Le phénomène se poursuit en février. On observe, sur le graphique, le décalage d'un mois qui existe entre les deux courbes, décalage qui se poursuit à la fin de l'hiver et au printemps.

Le nombre des espèces atteint son maximum en avril, dès que l'eau se réchauffe et dépasse les 9°C, ce qui fut le cas cette année là dès le mois de mars. On assiste ensuite à une légère diminution du nombre des espèces présentes, ainsi qu'à un ralentissement de leur sporogénèse, phénomène que nous étudierons dans la deuxième partie. La température de l'eau n'est plus seule en cause, le stock de matière végétale disponible diminue rapidement, ceci pour plusieurs raisons :

- la décomposition de la matière est déjà très avancée,
- la microfaune aquatique en a utilisé une grande partie,
- les crues de printemps entraînent beaucoup de débris végétaux et diminuent ainsi considérablement la quantité de substrat utilisable par les hyphomycètes, ce qui limite leur développement.

II - Période d'activité des différentes espèces

- Certaines espèces, présentes toute l'année, s'observent dans la plupart des relevés. C'est le cas de : *Alatospora acuminata* Ingold, *Heliscus lugdunensis* Sacc. et Therry, *Tetracladium marchalianum* de Wild., et *Tricladium angulatum* Ingold.

- D'autres sont éliminées par des températures trop basses. Ainsi des températures supérieures à 8-9°C semblent nécessaires à : *Anguillospora longissima* (de Wild.) Ingold, *Anguillospora pseudolongissima* Ranz, *Clavatospora stellata* (Ingold et Cox) Nilson ex Marvanova et Nilson, et *Tricladium splendens* Ingold.

- Certaines espèces semblent être nettement plus thermophiles. C'est le cas de *Clavatospora tentacula* (Umphlett) Nilsson qui n'apparaît que lorsque la température de l'eau est supérieure à 12°C.

- A l'opposé une espèce comme *Anguillospora gigantea* Ranzoni disparaît des relevés dès que la température de l'eau est supérieure à 10°C. Il se peut que des températures supérieures ne soient pas défavorables au développement du champignon, mais qu'elles deviennent un facteur limitant pour la sporulation. A moins que l'arrêt de la sporulation soit dû à la disparition de certains éléments nutritifs indispensables à ce champignon.

- Deux espèces : *Lemonniera terrestris* Tubaki et *Tetracladium setigerum* (Grove) Ingold, n'apparaissent qu'à la fin du printemps, quand la température de l'eau est supérieure à 10-11°C. Cependant, il n'est pas certain que les basses températures soient seules en cause comme facteur limitant. Si c'était le cas, ces champignons se développeraient aussi à l'automne, quand les eaux ne sont pas encore froides, à moins que leur développement soit trop lent pour qu'ils aient le temps de sporuler. Il est possible aussi qu'ils ne puissent s'installer sur le matériel végétal frais, et qu'ils recherchent des débris déjà partiellement dégradés.

— Plusieurs champignons n'apparaissent que çà et là dans les relevés, trop rarement pour que l'on puisse en tirer des conclusions. Ces espèces peuvent être qualifiées de sporadiques. C'est le cas de : *Anguillospora crassa* Ingold, *Articulospora moniliforma* Ranz, *Bacillospora aquatica* Nilsson, *Clavatospora longibrachiata* (Ingold) Nilsson ex Marvanova et Nilsson, *Lemonniera aquatica* de Wild., *Lunulospora curvula* Ingold, et *Tetracladium maxilliformis* (Rost.) Ingold.

DEUXIÈME PARTIE L'ACTIVITÉ SPOROGENIQUE ET SES VARIATIONS MENSUELLES

1 - Étude globale.

Relations avec l'apport de matière organique et la température de l'eau.

L'examen de la figure 2 montre que la quantité de spores observée dans 1 mm^3 d'écume varie beaucoup selon les mois. Faible en octobre et novembre, le nombre de spores augmente brutalement en décembre, diminue jusqu'en février,

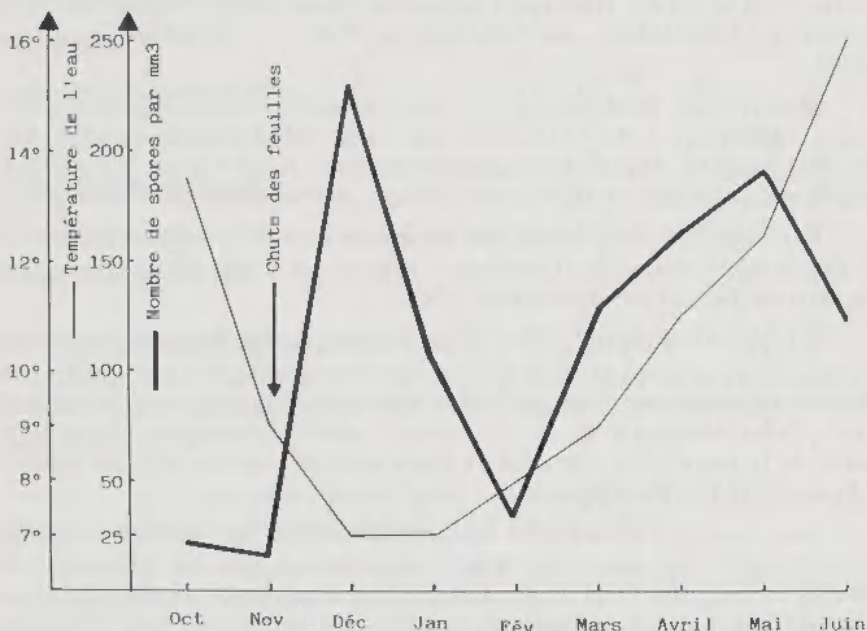


Figure 2 — Relation entre la température de l'eau et le nombre de spores observées par mm^3 d'échantillon.

Figure 2 — Relationship between water temperature and spore number observed every month per mm^3 sample.

puis réaugmente de mars à mai pour diminuer en juin. Ces variations sont étroitement liées aux deux facteurs déjà cités dans la première partie, à savoir la chute des feuilles et les variations de la température de l'eau.

La chute des feuilles représente l'apport essentiel de matière végétale. Un mois après, le nombre de spores augmente dans des proportions très importantes : de 16 à 229, soit 14 fois plus. Dans le même temps, on passe de 6 à 10 espèces soit environ 2 fois plus. Le phénomène marquant n'est pas tellement l'augmentation du nombre des espèces que l'accroissement de l'activité sporogène des champignons. L'examen du tableau 1 montre que ce sont les hyphomycètes déjà présents en octobre et novembre qui voient leur sporulation augmenter brutalement. Ceux qui apparaissent à ce moment là ne sont que très faiblement représentés.

— Les variations de la température de l'eau influencent fortement la production des spores. En octobre, cette température est relativement élevée (13,5°C), mais le nombre de spores reste réduit. En novembre, au moment de la chute des feuilles, l'abaissement de la température à 9°C n'empêche pas l'activité des champignons de devenir importante à la faveur de l'apport de matière végétale. Cela se traduit, 20 à 30 jours après, par une forte production de spores.

Les températures assez basses des eaux en décembre et janvier entraînent une réduction de l'activité fongique, qui reprend dès que la température s'élève. Il faut noter, ici aussi, le décalage d'environ un mois qui existe entre un phénomène stimulant (apport de matière végétale) ou inhibant (abaissement de la température) et la production des spores. Ainsi les basses températures de l'eau de décembre et janvier se traduisent par une diminution d'activité en janvier et février.

L'augmentation régulière des températures au cours des mois suivants se traduit par une reprise de l'activité des champignons, ce que nous observons jusqu'en mai. La baisse enregistrée en juin peut être attribuée comme je l'ai indiqué dans la première partie, à une diminution des stocks de matière organique disponible en raison de la dégradation réalisée par les champignons et par la faune aquatique et du nettoyage opéré par les crues.

II - Examen de quelques cas particuliers.

BÄRLOCHER & KENDRICK (1981), ainsi que d'autres auteurs, distinguent deux parties dans la masse végétale qui tombe dans l'eau et qui constitue la source de nourriture pour les hyphomycètes :

— une partie dure, difficile à dégrader, composée de débris de bois, des pétioles et des nervures des feuilles.

— une partie tendre, facile à utiliser, constituée essentiellement par les limbes des feuilles. Cette fraction, plus nutritive, contient moins de cellulose, de lignine, de tannins, etc... et plus de protéines. C'est elle qui est également la première utilisée par toute la microfaune aquatique.

Ces auteurs ont observé que certaines espèces se développent préférentiellement sur l'un ou l'autre des substrats. Ainsi *Trichadium angulatum* prolifère très

rapidement sur les limbes et légèrement sur les nervures. Au bout de 2 à 3 semaines, ce champignon s'avère très abondant alors qu'*Heliscus lugdunensis*, qui semble se limiter aux parties dures n'a qu'un développement réduit. Au bout de 3 mois, les parties tendres (limbe) ont disparues, dégradées par *Tricladium* et consommées par la microfaune. Ce champignon devient de plus en plus rare alors qu'*Heliscus lugdunensis*, cantonné sur les parties dures, devient, lui, de plus en plus abondant.

Les observations sur le ruisseau de Ramade confirment celles réalisées par BÄRLOCHER & KENDRICK (1975, 1976, 1981) dans des rivières aux eaux plus froides (Suisse, Canada).

— *Heliscus lugdunensis*.

L'examen du tableau 1 et de la figure 3 montre que ce champignon, présent toute l'année, est assez peu stimulé par l'apport de matière organique. L'hiver, son activité semble ralentie par l'abaissement de la température de l'eau. La production de spores devient importante en mars et avril, puis diminue rapidement. L'étude des quantités de spores émises montre que ce champignon a besoin de plusieurs mois pour dégrader la matière végétale et pour fructifier.

La diminution du nombre de spores en mai et juin est liée en grande partie à la diminution du stock de matière organique.

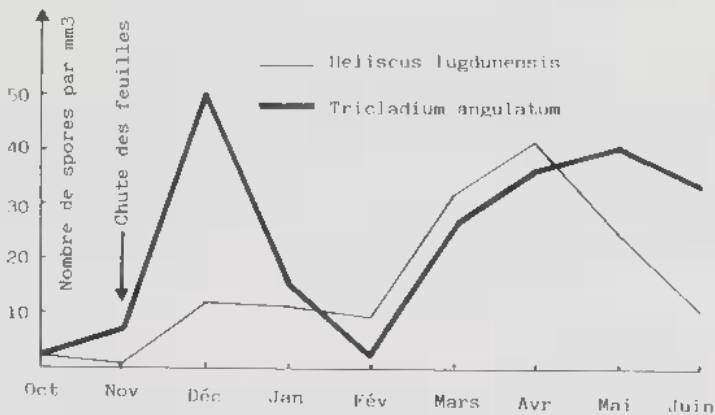


Figure 3 — Nombre de spores d'*Heliscus lugdunensis* et de *Tricladium angulatum* observées chaque mois.

Figure 3 — *Heliscus lugdunensis* and *Tricladium angulatum* spore number observed every month.

— *Tricladium angulatum*.

L'examen du tableau 1 et de la figure 3 montre que ce champignon, présent toute l'année, se développe très rapidement après l'apport de matière organique.

La production de spores devient très importante en décembre (l'examen des relevés hebdomadaires montre qu'elle augmente dès la fin novembre et culmine début décembre), diminue fortement durant la période froide (janvier et février) et redevient importante au printemps dès que la température de l'eau dépasse 8 à 9°C.

Le maximum de décembre est dû au fait que ce champignon se développe surtout sur les limbes des feuilles (BÄRLOCHER & KENDRICH, 1981). L'attaque de ces parties tendres est facile, ce qui permet au champignon d'atteindre très vite un développement important.

Le maximum du printemps est plus difficile à expliquer : les feuilles sont déjà fortement dégradées et les limbes ont en grande partie disparus. Je pense que ce champignon doit s'attaquer alors à d'autres fragments végétaux.

— *Tetracladium marchalianum*.

L'examen du tableau 1 et de la figure 4 montre une courbe semblable à celle de *Tricladium angulatum*. Comme *Tricladium*, *Tetracladium* doit se développer rapidement à l'automne sur les limbes des feuilles, et utiliser au printemps les débris végétaux restant.

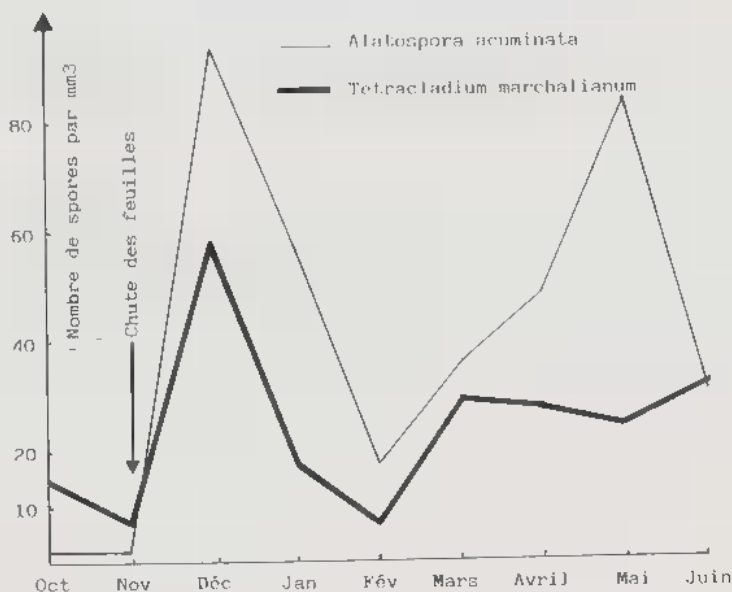


Figure 4 — Nombre de spores d'*Alatospora acuminata* et de *Tetracladium marchalianum* observées chaque mois.

Figure 4 — *Alatospora acuminata* and *Tetracladium marchalianum* spore number observed every month.

Ces deux champignons semblent avoir des exigences écologiques et des rythmes d'activité semblables.

— *Alatospora acuminata*.

L'examen du tableau 1 et de la figure 4 montre que cette espèce est présente dans tous les relevés. Peu abondant au début de l'automne, ce champignon voit son activité augmenter très fortement après la chute des feuilles. Les basses températures ralentissent la production des spores, qui reste cependant soutenue. Le nombre de spores observées en mai est presque aussi important que celui de décembre. La baisse observée en juin est en relation avec la diminution du stock de matière organique. Comme *Tricladium angulatum* et *Tetracladium marchalianum*, cet hyphomycète doit se développer préférentiellement sur les limbes, puis attaquer ensuite la matière végétale restante.

— J'ai signalé, dans la première partie qu'un certain nombre d'espèces étaient éliminées par des températures inférieures à 8-9°C. C'est le cas de : *Anguillospora longissima*, *Anguillospora pseudolongissima*, *Clavatospora stellata*, et *Tricladium splendens*.

L'examen du tableau 1 montre que le nombre de spores observées reste toujours très faible, surtout si on le compare aux valeurs trouvées pour les espèces précédentes.

CONCLUSIONS

Les résultats de cette étude basée sur 40 relevés réalisés pendant neuf mois sont les suivants :

- 1 - Le nombre important des relevés a permis de dresser une liste assez complète des espèces vivant dans ce ruisseau (actuellement, 19 espèces recensées).
- 2 - La fréquence des relevés a permis d'étudier le rythme d'activité des différentes espèces en faisant ressortir le rôle prépondérant de quatre d'entre elles : *Alatospora acuminata*, *Heliscus lugdunensis*, *Tetracladium marchalianum* et *Tricladium angulatum*.
- 3 - Nous avons mis en évidence l'importance de la période de chute des feuilles. En fournissant une masse de matière organique, la défoliation des arbres permet le développement d'un grand nombre d'espèces.
- 4 - Nous avons également précisé le rôle joué par la température de l'eau, ainsi que le décalage (de l'ordre du mois) qui existe entre les variations de la température et l'apparition ou la disparition de certains hyphomycètes.

BIBLIOGRAPHIE

- BÄRLOCHER F. and KENDRICK B., 1974 — Dynamics of the fungal populations on leaves in a stream. *J. Ecol.* 62 : 761-791.

- BÄRLOCHER F. and KENDRICK B., 1975 – Leaf-conditioning by microorganisms. *Oecologia* 20 : 359-362.
- BÄRLOCHER F. and KENDRICK B., 1976 – Hyphomycetes as intermediaries of energy flow in streams. In : E.B.G. JONES, *Recent advances in Aquatic Mycology*. London, Elek : 435-446.
- BÄRLOCHER F. and KENDRICK B., 1981 – The role of aquatic hyphomycetes in the trophic structure of streams. In : T.D. WICKLOW & G.C. CARROL, *The fungal community : its organisation and role in the ecosystem*. New York, M. Dekker : 743-760.
- FISHER S.G. and LIKENS G.E., 1973 – Energy flow in Bear Brook, New Hampshire : an integrative approach to stream ecosystem metabolism. *Ecol. Monogr.* 43 : 421-439.
- GÖNCZÖL J., 1976 – Ecological observations on the aquatic hyphomycetes of Hungary. II. *Acta Bot. Acad. Sci. Hung.* 22 : 51-60.
- HYNES H.B.N., 1970 – *The ecology of Running waters*. Toronto, Univ. of Toronto Press, 555 p.
- IQBAL S.H. and WEBSTER J., 1973 – Aquatic hyphomycete spora of the river Exe and its tributaries. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 61 : 331-346.
- IVERSEN T.M., 1973 – Decomposition of autumns - shed leaves in springbrook and its significance for the fauna. *Arch. Hydrobiol.* 72 : 305-312.
- LORILLARD M., 1974a – Hyphomycètes aquatiques de la région toulousaine. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse* 110 : 82-87.
- LORILLARD M., 1974b – Hyphomycètes aquatiques : nouvelles récoltes et variations saisonnières. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse* 110 : 241-244.
- LORILLARD M., 1977 – Hyphomycètes aquatiques : trois espèces nouvelles pour la France. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse* 113 : 80-82.
- SUBERKROPP K. and KLUG J.M., 1976 – Fungi and bacteria associated with leaves during processing in a woodland stream. *Ecology* 57 : 707-719.

